



PC/H 03 / 00822

10/538229

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 22 DEC 2003	
WFO	PCT

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 7. Dez. 2003

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

H. Jenni
Heinz Jenni

Best Available Copy

Patentgesuch Nr. 2002 2151/02

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Substrat mit einer polaren plasmapolymerisierten Schicht.

Patentbewerber:

Wipf AG
Industriestrasse 29
8604 Volketswil

Vertreter:

Patentanwälte Breiter + Wiedmer AG
Seuzachstrasse 2 Postfach 366
8413 Neftenbach

Anmeldedatum: 17.12.2002

Voraussichtliche Klassen: C23C

WIV-A2/01-CH

17.12.2002

Substrat mit einer polaren plasmapolymerisierten Schicht

- 5 Die Erfindung sich bezieht auf ein Verfahren zum Beschichten von Substraten mit einer polaren plasmapolymerisierten Schicht einer Dicke im Nanometerbereich, welche langzeitstabile, multifunktionale Eigenschaften aufweist, wobei das Prozessgas wenigstens je eine auch substituierte Kohlenwasserstoffverbindung und ein anorganisches Gas enthält. Weiter betrifft die Erfindung ein
- 10 nach diesem Verfahren hergestelltes beschichtetes Substrat.

Es ist seit einiger Zeit bekannt, Substrate aller Art mit einer dünnen plasmapolymerisierten Schicht zu überziehen. Die ursprünglich schlechte Haftung von Farben, Lack usw. auf dem Substrat und/oder die schlechte Benetzbarkeit des

15 Substrats konnte mit der Einführung eines Niederdruckplasma-Verfahrens verbessert werden, insbesondere auch bezüglich der Langzeitwerte. Die Beschichtung von Substraten, insbesondere auch von flexiblen polymeren Substraten, erfolgt unter anderem mit Blick auf die Oberflächenbeschaffenheit und das Aussehen. Oft ist es auch erforderlich, das Substrat chemisch, physikalisch

20 und/oder mechanisch zu schützen. Wenn die plasmapolymerisierte Schicht mehrere Funktionen gleichzeitig zu übernehmen hat, wird von einer multifunktionalen Schicht gesprochen.

Ein Durchbruch ist mit WO 99/39842 A1 gelungen. Zur Herstellung einer polaren Beschichtung mittels Plasmapolymerisation wird ein wasserfreies Prozessgas eingesetzt, wodurch bei diesem Einsatz mit mindestens je einer auch substituierten Kohlenstoffwasserbindung mit bis zu 8 C-Atomen und einem organischen Gas eine bisher nicht erreichte Langzeitstabilität erreicht werden kann. Die Plasmabeschichtung weist eine initiale Oberflächenspannung von

25 wenigstens 45 mN/m auf, welche während mindestens einem Jahr etwa unverändert bleibt. Die Schichtdicken liegen in der Regel unter 100 nm, sind also im Nanometerbereich. Zur Durchführung des Verfahrens sind gemäss dem die

30

Seiten 5 und 6 der WO 99/39842 A1 überbrückenden Absatz alle Niederdruckplasma-Verfahren geeignet beispielsweise bei einem Druck von 1.6×10^{-2} mbar. Eine Serie von Beispielen ist in Tabelle 1 der WO 99/39842 A1 zusammengefasst. Die Verwendung dieser polaren, langzeitstabilen Schichten ist aus-

- 5 serordentlich vielfältig, besonders zu erwähnen ist die Bedruckbarkeit, der Kratzschutz, eine Antifog-Wirkung und die Verschweissbarkeit.

- 10 Der vorliegenden Patentanmeldung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Beschichten von Substraten verschiedenster Art mit einer plasmapolymersierten Schicht und ein Erzeugnis der eingangs genannten Art zu schaffen, welche auch bei erweiterter Substratbasis die Eigenschaften weiter verbessern, insbesondere die Adhäsion auf der plasmapolymersierten Schicht und dieser Schicht auf dem Substrat erhöhen.

- 15 In bezug auf das Verfahren wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass mit einem Prozessdruck p von $0,3 \times 10^{-2}$ bis 1000 mbar beschichtet wird. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen des Verfahrens sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

- 20 Als Substrat eignet sich eine Reihe von Materialien, insbesondere polymere Substrate, vom Formkörper bis zur flexiblen Folie, sowie die Materialien Glas, Keramik oder Metall, auch in Form von beschichteten oder oxidierten Oberflächen oder natürlichen Materialien.

- 25 Die erfindungsgemäss abgeschiedenen plasmapolymersierten Schichten zeichnen sich in erster Linie durch ihre steuerbare Multifunktionalität aus, durch Variation von Parametern kann die Plasmaschicht der jeweiligen Anwendung angepasst werden. Allen erfindungsgemäss hergestellten plasmapolymersierten Schichten ist die Langzeitstabilität gemeinsam. Eine weitere, meist erforderliche Eigenschaft ist eine dauerhafte hohe Oberflächenspannung der plasmapolymersierten polaren Schichten, welche dadurch hydrophil sind und eine
- 30 starke Antifog-Wirkung entfalten, was auch eine Haftvermittlung gegenüber

Dispersionsfarben bedeutet. Weitere Beispiele für die Multifunktionalität der polaren Schichten sind die Ausbildung einer Kratzschuttschicht, einer Flamm-schutzschicht oder einer Barrierschicht.

- 5 Die plasmapolymersierten Schichten werden bevorzugt bei einem Prozess-druck zwischen 0,1 und 500 mbar, insbesondere zwischen 0,1 und 100 mbar abgeschlossen. Der Prozessdruck liegt also bedeutend höher als bei vergleich-baren üblichen Verfahren, insbesondere auch nach der WO 99/39842. Zweck-mässig wird der Plasmareaktor vorgängig bei einem Basisdruck, der tiefer ist
10 als der Prozessdruck, vorzugsweise wenigstens etwa zehnmal tiefer, mit Pro-zessgas gespült. Beim Spülen können bis etwa 3×10^{-6} mbar erreicht werden. Nach dem Beschichtungsprozess wird der Plasmareaktor mit beispielsweise Luft, Stickstoff oder Argon geflutet, bis der Normaldruck erreicht ist und der Re-aktor geöffnet werden kann. Das Fluten mit Argon ist für die meisten Prozesse
15 zu teuer, Luft enthält viel Stickstoff, was vor allem bei stickstoffarmen Schichten beachtet werden muss.

- Die organische Verbindung im Prozessgas kann eine reine Kohlenwasserstoff-
verbindung oder eine Kohlenwasserstoffverbindung mit substituierten funktio-
20 nellen Gruppen sein, insbesondere sauerstoff- und/oder stickstoffhaltige polare funktionelle Gruppen.

Die Kohlenwasserstoffverbindungen selbst können verschiedenster Natur sein:

- 25 - Alkane, beispielsweise Methan, Ethan, Propan
- Alkene, beispielsweise Ethylen, Propylen
- Alkine, beispielsweise Acetylen
- Polyene, d.h. Kohlenwasserstoffe mit mehreren Doppelbindungen
30 jeweils in aliphatischer, alicyclischer oder aromatischer Ausbildung, ohne oder mit Verzweigung.

Weiter können die Kohlenwasserstoffe, wie erwähnt, mit Halogenen, wie Chlor und/oder Fluor, oder mit funktionellen polaren Gruppen substituiert sein. Beispiele von funktionellen polaren Gruppen sind Hydroxyl-, Carbonyl-, Carboxylsäure-, Carboxylester-, Amin-, Imin-, Amid- und/oder conjugierte Nitrilgruppen.

5

Sowohl für substituierte als auch für nicht substituierte Kohlenwasserstoffverbindungen ist es vorteilhaft, wenn die Moleküle bis zu maximal acht C-Atome enthalten.

- 10 Die anorganische Komponente des Prozessgases umfasst vorteilhaft Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, wenigstens ein Halogen und/oder wenigstens ein Edelgas, ist jedoch vorzugsweise wasserfrei.

- 15 Nach einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird in einer ersten Stufe mit einem Prozessgas beschichtet, das wenigstens eine Kohlenwasserstoffverbindung mit stickstoffhaltigen funktionellen Gruppen enthält, in einer zweiten Stufe mit einem stickstofffreien Prozessgas, das wenigstens eine Kohlenwasserstoffverbindung mit sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen enthält. Die zweistufige Beschichtung ist insbesondere für Lebensmittelverpackungen angezeigt. Es hat sich herausgestellt, dass stickstoffhaltige Gase eine stärkere Wechselwirkung mit einer Substratoberfläche eingehen und unter Bildung einer CN-Bindung diese Oberfläche reinigen. Dies führt zudem zu einer besseren Verankerung der funktionellen polaren Gruppen, was wiederum zu einer höheren chemischen Beständigkeit führt. Auf dieser Zwischenschicht wird jedoch noch eine stickstofffreie, sauerstoffhaltige Oberschicht abgeschieden, damit die stickstoffhaltige Schicht nicht in Kontakt mit Lebensmittel kommen kann.
- 20
- 25

- Für das Abscheiden einer Zwischen- und einer Oberschicht werden vorteilhaft zwei Plasmaquellen eingesetzt. Bei der ersten Plasmaquelle wird beispielsweise ein stickstoff-sauerstoff-kohlenwasserstoffhaltiges Gasgemisch zugeführt und eine Zwischenschicht auf das Substrat abgeschieden. Mit der zweiten Plasmaquelle wird aus einem sauerstoff-kohlenwasserstoffhaltigen Prozess-
- 30

gasmisch eine Oberschicht auf die Zwischenschicht abgeschieden. Plasmakammern mit zwei Plasmaquellen, wie sie hier verwendet werden, sind beispielsweise in der WO 96/28587 A1 oder WO 99/50472 beschrieben.

- 5 Nach einer Variante kann jedoch auch eine einzige Plasmaquelle eingesetzt und zuerst das stickstoff-wasserstoff-kohlenstoffhaltige Gasmisch, dann das sauerstoff-kohlenwasserstoffhaltige Prozessgasmisch eingeleitet werden.

10 In Bezug auf das Erzeugnis wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass eine 0,3 bis 100 nm dicke plasmapolymersierte polare Schicht als eine auf das Substrat aufgebrachte stickstoffhaltige polare Zwischenschicht mit einem Anteil von 50 bis 90% der gesamten Schichtdicke und eine darauf aufgebrachte stickstofffreie, sauerstoffhaltige polare Oberschicht mit einem Anteil von 10 bis 50% der gesamten Schichtdicke aufgetragen ist. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen des Erzeugnisses ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

15 In einer Schicht, auch aus einer Zwischen- und Oberschicht, aus Kohlenwasserstoffverbindungen mit stickstoff- und/oder sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen liegt das Stickstoff/Kohlenstoff- und das Sauerstoff/Kohlenstoff-Verhältnis vorzugsweise im Bereich von je 0,03 bis 0,8. Die polare Oberschicht hat, gemittelt in den obersten etwa 2 nm, d.h. an der Oberfläche, bevorzugt einen Sauerstoffgehalt von 0,3 bis 0,5 at-% und eine dauerhafte Oberflächenspannung von wenigstens 50 mN/m. An der Oberfläche der Oberschicht können den
20 Sauerstoffgehalt heraufsetzende Carboxylgruppen gebildet werden. Mit der hohen Oberflächenspannung ist insbesondere eine gute Antifog-Wirkung gewährleistet.

30 An dieser Stelle wird nochmals betont, dass sich die erfindungsgemässe Schicht auf alle Arten von Substraten abscheiden lässt, beispielsweise auf polymere, glasartige, keramische, metallische oder natürliche Oberflächen, insbesondere auf ein Polycarbonat, Polyethylenterephthalat, Polypropylen, Poly-

thylen, Polyamid, Fluoropolymere, Wolle, Baumwolle, Seide oder auch Verbundwerkstoffe, alle Materialien in Form von Folien, Behältern, Textilien, Membranen, Granalien, Pulver, Fasern, Gittern und Garnen.

- 5 Ein weiterer bedeutender Vorteil besteht darin, dass die plasmapolymersierten polaren Schichten verschweisssbar sind.

Ein erfindungsgemässes Erzeugnis wird anhand eines in Fig. 1 schematisch dargestellten Schichtaufbaus näher erläutert. Diese Figur zeigt ein beschichtete
10 Substrat 10 mit einem Substrat 12, einer Zwischenschicht 14 und einer Oberschicht 16. Die beiden polaren plasmapolymersierten Schichten 14, 16 haben vorliegend eine gesamte Dicke d von vorliegend etwa 20 nm. Die Zwischenschicht 14 ist stickstoffhaltig, sie weist eine ausgezeichnete Adhäsion zum Substrat 12 auf. Nachteilig könnte sich eine mögliche Aminbildung wegen
15 der Zwischenschicht 14 auswirken. Dieser Nachteil wird durch die sauerstoffhaltige, jedoch stickstoffarme bis stickstofffreie Oberschicht 16 verhindert.

In der nachfolgenden Tabelle 1 werden variable Parameter von ausgewählten polaren Plasmaschichten 14 und/oder 16 aufgelistet, die Proben gemäss Typ C,
20 E, F, G und H sind Einzelschichten, die Probe K entspricht Fig. 1, es werden vorerst stickstoffhaltige Prozessgase, dann stickstofffreie Prozessgase eingesetzt. In der ersten Kolonne sind die Parameter Vorschub, Reaktorleistung und Prozessdruck aufgetragen. Die zweite Kolonne zeigt die eingesetzten Prozessgase in [sccm]. Die dritte Kolonne zeigt die Oberflächenspannung nach sechs
25 Wochen in [mN/m]. In der vierten und in der fünften Kolonne sind die Werte für das Verhältnis Sauerstoff / Kohlenstoff (Kolonne 4) und Stickstoff / Kohlenstoff (Kolonne 5) mit einer Oberflächensensibilität von etwa 2 nm angegeben, es wird die Methode XPS angewendet. Bei der XPS (x-ray Photoelectron Spectroscopy) handelt es sich um eine oberflächensensible Analysenmethode, welche qualitativ und quantitativ die chemische Zusammensetzung an der Oberfläche misst. Die Oberflächenempfindlichkeit ist apparatespezifisch und hängt vom
30 Probenmaterial ab, meistens entsprechen die Messdaten einem gemittelten

Wert der obersten 2 nm. Der Wasserstoffgehalt kann nicht direkt detektiert werden.

- 5 Die Kolonnen 6 bis 9 zeigen den Sauerstoff-, Stickstoff-, Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt in [at%] in der betreffenden, die Oberfläche bildenden Schicht im Nanometerbereich. Die Schichten sind unterschiedlich dick, z.B. Schicht E 49 nm und Schicht F 25 nm. Bei zweiteilig ausgebildeten Schichten (Fig. 1) handelt es sich um Oberschichten 16. Die Stöchiometrie wurde mit der RBS/ERDA-Methode bestimmt. Es handelt sich um die Rutherford Backscattering Spectroscopy / Elastic Recoil Detection Analysis. Diese Analysemethode misst die chemische Zusammensetzung in einer Schicht oder an der Materialoberfläche. ERDA gibt Auskunft über den Wasserstoffgehalt. Diese Methode ist weniger oberflächenempfindlich als XPS.
- 10

Tabelle 1

Kol.	1 Parameter	2 Prozess- gase	3 Oberflächen- spannung [mN/m ³]	4 O/C Oberfläche	5 N/C Oberfläche	6 O-Gehalt in Schicht [at-%]	7 N-Gehalt in Schicht [at-%]	8 C-Gehalt in Schicht [at-%]	9 H-Gehalt in Schicht [at-%]
Schicht									
C	20 m/min 2 kW 0,05 mbar	C ₂ H ₂ , CO ₂ Ar total 500 sccm	52	0.41	< 0.05	6.7	< 2.5	41.8	49.0
E	20 m/min 3 kW 0.1 mbar 0.2 mbar 0.5 mbar	C ₂ H ₂ , CO ₂ NH ₃ , Ar total 700 sccm	64 58 53	0.31	0.25	6.1	12.9	32.5	48.5
F	20 m/min 50 m/min 3 kW 0.04 mbar 0.2 mbar	C ₂ H ₂ , CO ₂ NO ₂ , Ar total 1000 sccm	53 51 60 50	0.39	0.39	23.3	23.4	33.3	20.0
G	100 m/min 5 kW 1.0 mbar	C ₂ H ₂ , CO ₂ N ₂ O, Ar (He) total 1500 sccm	52	0.29	0.41	18.3	21.5	31.7	28.5
H	100 m/min 5 kW 1.0 mbar	C ₂ H ₂ , CO ₂ NH ₃ , total 1200 sccm	55	0.32	0.27	9.6	15.2	28.7	46.5
K (F und C)	100 m/min 5 kW 1.0 mbar	C ₂ H ₂ , CO ₂ NO ₂ , Ar total 1500 sccm + C ₂ H ₂ , CO ₂ Ar total 1500 sccm	56	0.43	< 0.05	F: 20.4 C: 8.9	F: 26.7 C: < 0.5	F: 30.7 C: 41.3	F: 22.2 C: 49.3

Beispiel einer Schichtabscheidung durch Mikrowellenentladung

Es wird eine dünne Zwischenschicht 14 auf ein Substrat 12 abgeschieden, unter Verwendung eines Prozessgasgemisches aus Azethylen, Kohlendioxid, Lachgas und Argon, entsprechend der Probe E in Tabelle 1. Es wird mit folgenden Parametern gearbeitet.

- Leistung: 3 kW
- Höchsthfrequenz: 2.45 GHz
- 10 - Halterung Substrat: geerdet, mit Vorlegespaltung, floatend oder direkt in Kontakt mit der Plasmaquelle bzw. Elektrode
- Prozessdruck: 0,5 mbar
- Prozessgase: 150 sccm C₂H₂, 200 sccm CO₂, 300 sccm NH₃, 50 sccm Ar
- Prozesszeit: < 1 sec.

15

Die Oberflächenspannung wird durch Variation des Prozessdrucks beeinflusst, bei niedrigerem Prozessdruck, beispielsweise 0,1 oder 0,2 mbar, wird die Oberflächenspannung grösser, sie steigt von 53 auf 58 oder 64 mN/m (vgl. Probe E in Tabelle 1). Die Oberflächenspannung kann auch über die Vorschubgeschwindigkeit gesteuert und so der jeweiligen Anwendung angepasst werden. Die Oberflächenspannung steigt ebenfalls bei kleinerer Vorschubgeschwindigkeit, was bei Probe F gezeigt ist. Weiter kann durch einen erhöhten totalen Gasfluss tendenzmässig eine höhere Oberflächenspannung erreicht werden.

20

25 Je nach Entladungsart, Reaktorgeometrie und Pumpsystem müssen die Prozessparameter, eingeschlossen das Gasgemisch, den jeweiligen Bedingungen angepasst werden. Die in der Tabelle 1 beschriebenen Werte wurden mit einer linearen Mikrowellenquelle erreicht, welche durch den Beschichtungsprozess nicht selbst beschichtet wird. Es ist jedoch vorteilhaft, die Plasmaquelle entsprechend der Anwendung zu wählen, es wird nochmals erwähnt, dass mit einer Bogenentladung und/oder einem Lichtbogen mit und ohne Magnetfeld, mit 30 Anregungsfrequenzen von Null (Gleichstrom) bis 20 GHz (Höchstfrequenz) und

mit einem Plasmajet, einem Plasmabreitstrahlbrenner oder mit dielektrischer Barriereentladung die gleichen Schichteigenschaften erreicht werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten von Substraten (12) mit einer polaren plasmapolymerisierten Schicht (14, 16) einer Dicke (d) im Nanometerbereich, welche langzeitstabile, multifunktionale Eigenschaften aufweist, wobei das Prozessgas wenigstens je eine auch substituierte Kohlenwasserstoffverbindung und ein anorganisches Gas enthält.

dadurch gekennzeichnet, dass

mit einem Prozessdruck (p) von $0,3 \times 10^{-2} \leq p \leq 1000$ mbar beschichtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem Prozessdruck (p) von $0,1 \leq p \leq 500$ mbar, insbesondere von $0,1 \leq p \leq 100$ mbar, beschichtet wird, vorzugsweise nach einem Spülen des Plasmareaktors mit einem tieferen, insbesondere mindestens zehnmal tieferen Basisdruck mit dem Prozessgas.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem vorzugsweise wasserfreien Prozessgas, das als organische Verbindung wenigstens eine Kohlenwasserstoffverbindung mit substituierten sauerstoff- und/oder stickstoffhaltigen polaren funktionellen Gruppen enthält, beschichtet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem Prozessgas beschichtet wird, das aliphatische, alicyclische und/oder aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen, vorzugsweise mit funktionellen polaren Gruppen, wie Hydroxyl-, Carbonyl-, Carboxylsäure-, Carboxylester-, Amin-, Imin-, Amid- und/oder konjugierten Nitrilgruppen, enthält.

-
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einer ersten Stufe mit einem Prozessgas, das wenigstens eine Kohlenwasserstoffverbindung mit stickstoffhaltigen funktionellen Gruppen enthält, in einer zweiten Stufe mit einem stickstofffreien Prozessgas, das wenigstens eine Kohlenwasserstoffverbindung mit sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen enthält, beschichtet wird.
-
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die stickstoffhaltige Zwischenschicht (14) mit einer ersten Plasmaquelle, die stickstoffarme bis stickstofffreie Oberschicht (16) mit einer zweiten Plasmaquelle, oder die Zwischenschicht (14) und die Oberschicht (16) aus derselben Plasmaquelle mit alternierenden Prozessgasen aufgetragen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem wasserfreien Prozessgas, das Kohlenwasserstoffverbindungen mit bis zu maximal acht C-Atomen enthält, beschichtet und nach der Abscheidung vorzugsweise mit Luft, Stickstoff oder Argon geflutet wird, bis der Normaldruck erreicht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem Prozessgas, das Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid, wenigstens ein Halogen und/oder wenigstens ein Edelgas enthält, beschichtet wird.
9. Beschichtetes Substrat (10) mit wenigstens einer nach einem der Patentansprüche 5 bis 8 mittels Plasmapolymersation abgeschiedene multifunktionale Schicht (14 und/oder 16) aus Kohlenwasserstoffverbindungen,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- eine 0,3 bis 100 nm dicke plasmapolymersierte polare Schicht (14,16) als eine auf das Substrat (12) aufgebrachte stickstoffhaltige Zwischenschicht

(14) mit einem Anteil von 50 bis 90% der gesamten Schichtdicke (d) und eine darauf aufgebraute stickstofffreie, sauerstoffhaltige polare Oberschicht (16) mit einem Anteil von 10 bis 50% der gesamten Schichtdicke (d) aufgetragen ist.

10. Beschichtetes Substrat (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das in der plasmapolymersierten polaren Schicht (14,16) aus substituierten Kohlenwasserstoffverbindungen vorliegende Stickstoff/Kohlenstoff- und/oder das Sauerstoff/Kohlenstoff-Verhältnis im Bereich von je 0,03 bis 0,8 liegt.
11. Beschichtetes Substrat (10) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die polare Oberschicht (16), gemittelt in den obersten etwa 2 nm, einen Sauerstoffgehalt von 0,3 bis 0,5 at-% und eine dauerhafte Oberflächenspannung von vorzugsweise wenigstens 50 mN/m hat.
12. Beschichtetes Substrat (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die plasmapolymersierte polare Schicht (14,16) verschweisssbar ist.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten von Substraten (12) mit einer polaren plasmapolymersierten Schicht (14, 16) einer Dicke (d) im Nano-

- 5 meterbereich, welche langzeitstabile, multifunktionale Eigenschaften aufweist. Das Prozessgas enthält wenigstens je eine auch substituierte Kohlenwasserstoffverbindung und ein anorganisches Gas. Es wird mit einem Prozessdruck (p) von $0,3 \times 10^{-2} \leq p \leq 1000$ mbar beschichtet. Ein beschichtetes Substrat (10) umfasst eine 0,3 – 100 nm dicke plasmapolymersierte Schicht. Diese kann
- 10 auch aus einer auf das Substrat (12) aufgebrachte stickstoffhaltige Zwischenschicht (d) von bis 100 nm und einer darauf aufgebrachten stickstofffreien, sauerstoffhaltigen polaren Oberschicht (16) mit einem Anteil von 10 bis 50% der gesamten Schichtdicke (d) bestehen.

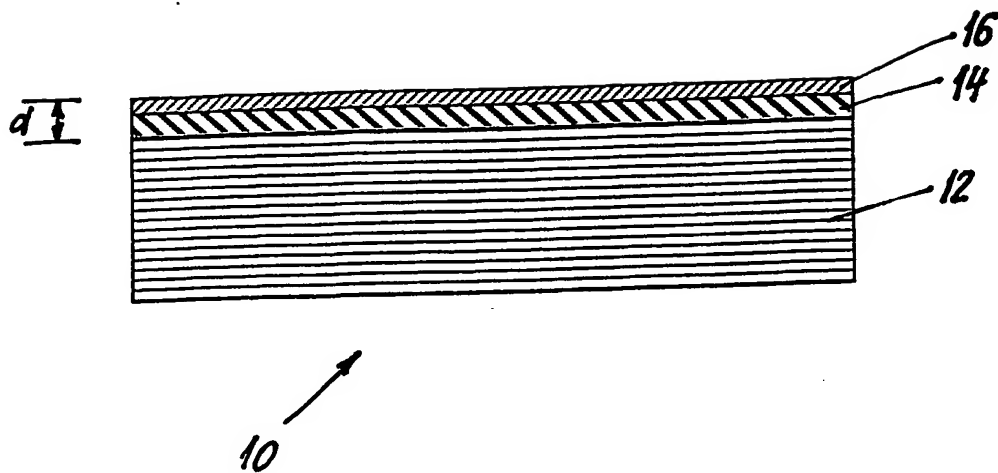


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.